


В статті розглянуто приелектродні процеси в люмінесцентних лампах у режимі попереднього підігрівання. Встановлено умови виникнення та існування нестационарного та стаціонарного навколоелектродного розряду. Визначено характер зміни частоти релаксаційних коливань провідності нестационарного навколоелектродного розряду в залежності від величини струму попереднього підігрівання. Встановлено діапазон значень струмів попереднього підігрівання, при яких випаровування і розпилення оксидного шару із електродів мінімальне.



**УДК 621.327.
534.15.032.2**

М.Г. Тарасенко,
канд. техн. наук
В.П. Коваль,
канд. техн. наук
Тернопільський
національний
технічний
університет імені
Івана Пулюя

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ПОПЕРЕДНЬОГО ПІДІГРІВАННЯ ЕЛЕКТРОДІВ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП

Постановка проблеми в загальному вигляді. Дефіцит матеріальних та енергетичних ресурсів, на фоні все зростаючого погіршення екосистеми, спонукає країни всього світу до розробки, виробництва і споживання енергоощадних та екологічно чистих споживачів енергетичних ресурсів. В світлотехнічній галузі основні зусилля направлені на розробку високоефективних джерел світла, систем керування і розподілення світлового потоку в просторі. Досвід показав, що найбільш швидко окупляються витрати, пов'язані з впровадженням високоефективних джерел світла, до яких відноситься і існуюче різноманіття люмінесцентних ламп (ЛЛ). Одним з найважливіших параметрів ефективності ЛЛ, поряд з високою світловою віддачею, є їх середня тривалість світіння (СТС). Особливо якщо врахувати той факт, що в них міститься ртуть, яка є токсичною, і що в Україні не організований на державному рівні процес збору та утилізації відпрацьованих ЛЛ. Зважаючи на це, треба прагнути не тільки до створення ЛЛ з великою СТС, а і до розробки таких схем їх ввімкнення, в яких лампи дійсно горіли б довго. А це, як показали наші дослідження, в значній мірі залежить від параметрів перехідних процесів попереднього підігрівання електродів ЛЛ перед їх первісним запалюванням та тривалістю їх роботи в пусковому режимі.

Аналіз літературних джерел та публікацій. В [1,2,3,4] показано, що СТС ЛЛ в різних схемах ввімкнення різна. Це пояснюється тим, що різним схемам ввімкнення притаманні різні, за параметрами, перехідні процеси попереднього підігрівання електродів при первісному запалюванні ЛЛ. І саме вони, як виявилось, до кінця так і не вивчені. Це можна пояснити відсутністю, до недавнього часу, необхідних засобів для проведення подібного роду досліджень. Сучасний стан розвитку електроніки і комп'ютерної техніки дозволив нам створити вимірювальний інформаційний комплекс (ВІК) [5], за допомогою якого вдалося більш детально дослідити перехідні процеси попереднього підігрівання електродів при первісному запалюванні ЛЛ. Під час попередньо проведених нами досліджень встановлено [6], що при кратностях струму попереднього підігрівання 1,5 і більше в ЛЛ виникає навколоелектродний розряд, який супроводжується інтенсивним випаровуванням оксиду, але не вивчено причини його виникнення і розвитку.

Саме тому **метою даної статі** стало вивчення особливостей перехідних процесів попереднього підігрівання електродів ЛЛ.

Результати досліджень. Для досліджень було відібрано по 10 розрядних ламп низького тиску потужністю 8, 13, 15, 18, 36, 58 Вт, які пройшли процес попереднього відпалювання на протязі 100 годин в колі змінного струму промислової частоти при стабілізації розряду дроселями зразковими вимірювальними. Для можливості фіксації картин навкооелектродних процесів (фотографуванням) по дві лампи з кожного десятка були взяті бактерицидними, у яких люмінофор на внутрішній поверхні відсутній.

При плавному збільшенні кратності струму попереднього підігрівання ($k_I = I_{\text{пп}} / I_{\text{л.н.}}$, де $I_{\text{пп}}$ – струм попереднього підігрівання електродів ЛЛ, який має місце при замкнутих контактах стартера, $I_{\text{л.н.}}$ – номінальний струм ЛЛ) поступово зростають температура і повздовжній градієнт потенціалу оксидного катоду (напруга між його нікелевими вводами). Завдяки низькій робочій температурі ($T_{\text{р.ок.}} = 1000 \text{ K}$, проти $T_{\text{р.в}} = 2400 \text{ K}$ для чистого вольфраму) і низькій роботі виходу ($e\phi_{\text{ок}} = 1,5 \text{ eV}$ проти $e\phi_{\text{в}} = 4,54 \text{ eV}$ для вольфраму) ефективність емісії оксидного катоду ($\eta = j_i / p$, де j_i – густина струму емісії, яка для оксидного катоду становить $j_{\text{i.ок}} = 2 \text{ A/cm}^2$, а для вольфрамового – $j_{\text{i.в}} = 0,1 \text{ A/cm}^2$; p – питома споживана потужність катодом при робочій температурі, яка для оксидного катоду становить $p_{\text{ок}} = 2 \text{ Вт/см}^2$, а для вольфрамового – $p_{\text{в}} = 50 \text{ Вт/см}^2$) сягає $\eta_{\text{ок}} = 1 \text{ A/Вт}$, що майже в 500 раз перевищує ефективність емісії чистого вольфраму [7]. Саме тому повне випаровування оксиду з поверхні одної з вольфрамових біспіралей приводить до виникнення аварійного однопівперіодного режиму роботи ЛЛ, а з двох біспіралей – до виходу лампи з ладу.

З поверхні оксидного катоду електрони виходять з початковими швидкостями, які відповідають максвелівському закону розподілення. З ростом температури оксидного катоду навкооелектродний простір стає все більш насиченим термоелектронами, які створюють біля нього хмару об'ємного заряду (від'ємний просторовий заряд), питома електрична провідність якої з ростом кратності струму попереднього підігрівання також зростає. В першому наближенні, згідно з [7], це відбувається за формулою:

$$\sigma = n_e \cdot e \cdot b_e, \quad (1)$$

де σ – питома електропровідність навкооелектродного простору, См/м ;

n_e – концентрація електронів, $1/\text{м}^3$;

e – заряд електрона, Кл;

b_e – рухливість електронів, яка залежить від температури, концентрації розсіюючих центрів і частоти коливань електричного поля, $\text{м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$.

Таким чином, питома електропровідність навкооелектродного простору визначається концентрацією електронів n_e (температурою оксидного катоду), які емітує оксидний катод і їх рухливістю b_e . З ростом кратності струму попереднього підігрівання (температури) оксидного катоду зростають: напруженість електричного поля, n_e і енергія термоелектронів. До тих пір поки енергія термоелектронів не досягне енергії резонансного рівня збудження атомів ртуті ($U_{\text{р.гг}} = 4,89 \text{ eV}$) в навкооелектродному просторі відбуватимуться лише пружні зіткнення. Після того, як енергія, налітаючих на атоми ртуті електронів, перевищить потенціал їх збудження (іонізації $U_{\text{i.гг}} = 10,39 \text{ eV}$), вірогідність подібних процесів різко зростає. Підвищені значення концентрації та енергії електронів приводять до зростання ролі ступінчатого

збудження нерезонансних рівнів атомів Hg та Ar , що і обумовлює виникнення видимого навколоелектродного свічення.

Як тільки концентрація електронів навколо оксидного катоду і напруга між вводами $U_{пп}$ (т. А і К в табл. 1), в яких зафіксований оксидний катод, досягають деяких критичних значень (для різних потужностей ЛЛ це має місце при $k_1 \approx 1,25 - 1,50$ у тому випадку коли $U_{пп} > U_{i.Hg}$), виникає нестационарний дуговий навколоелектродний розряд, який супроводжується релаксаційними коливаннями провідності.

Опір електроду різко спадає (ділянка ab див. табл. 1) на декілька Ом, а струм навпаки зростає. Це обумовлено різким падінням об'ємної концентрації електронів за рахунок втягування їх в канал дугового розряду, який виникає між нікелевими вводами електродів. При певних значеннях напруги і зниженій концентрації електронів розряд гасне і знову починається процес поступового зростання $U_{пп}$ та насичення навколоелектродного простору електронами до критичного значення (ділянка bc), при якому знову виникає дуговий розряд.

Навколоелектродний розряд представляє собою яскраву кулю синього кольору, яка рівномірно заповнює закатодну і прикатодну області, в яку повністю занурений катод (див. табл.1). Діаметр яскравої кулі навколоелектродного розряду визначається відстанню, на яку залітають швидкі термоелектрони. Як правило він не перевищує 0,6 діаметра колби ЛЛ. Синій колір від'ємного свічення обумовлений збудженням атомів аргону й ртуті до нерезонансних енергетичних рівнів, із яких відбувається випромінювання з довжинами хвиль $\lambda_{Ar}=488$ нм, $\lambda_{Hg}=491,6$ нм.

Як видно з рис. 1.а, час від моменту подачі напруги попереднього підігрівання до виникнення нестационарного навколоелектродного дугового розряду, частота і закон зміни релаксаційних коливань провідності та тривалість його існування до моменту переходу в стаціонарний дуговий розряд залежать від кратності струму попереднього підігрівання електродів розрядних ламп низького тиску. З ростом k_1 скорочується час від моменту подачі напруги попереднього підігрівання до виникнення навколоелектродного розряду (точки t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 на рис. 1,а), зростає частота релаксаційних коливань як початкових (точки a, b, c, d, e), так і максимальних значень (точки А, В, С, D, Е). Для діапазону $1,25 \leq k_1 \leq 1,55$ закон зміни частоти релаксаційних коливань в часі однаковий. Частота плавно зростає від найменших до найбільших значень і настає насичення. Для $k_1 > 1,55$ закон зміни релаксаційних коливань інший. З моменту виникнення навколо електродного розряду частота стрімко збільшується до максимальних значень (ділянки $t_5 \cdot e \cdot E$ та $t_4 \cdot d \cdot D$ на рис. 1). Надалі, спочатку відносно плавно (ділянки $E \cdot e1$, та $D \cdot d1$), а потім стрімко (ділянки $e1 \cdot e2$ та $d1 \cdot d2$) зменшується, обумовлюючи виникнення об'ємного стаціонарного навколоелектродного дугового розряду (див. осцилограми табл. 1 для $k_1 \geq 1,75$). Враховуючи те, що концентрація електронів не може спадати з сталою часу τ_e більшою ніж 0,5 мс навіть якщо різко припинити їх утворення [3], нестационарний дуговий розряд може перейти в стаціонарний тільки тоді, коли частота навколоелектродних коливань буде більшою за $f > 1/(3 \cdot \tau_e) = 1000/(3 \cdot 0,5 \text{ с}) = 667 \text{ Гц}$, що добре узгоджується з експериментальними даними (див. рис.1,а).

Таблиця 1

Типові перехідні процеси попереднього підігрівання електродів розрядних ламп низького тиску на прикладі бактерицидної розрядної лампи ДБ-15

Перехідні процеси зміни струму і опору електродів при вмиканні розрядної лампи.

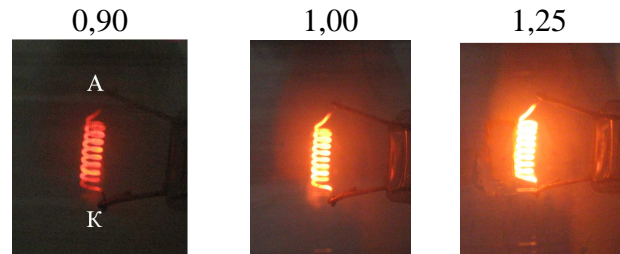
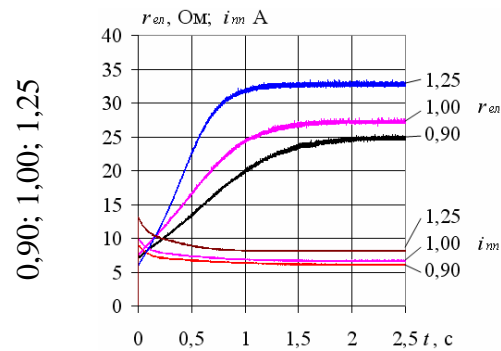
Масштаб r_{el} 1:1; i_{nn} 20:1

$\frac{I_{пп}}{I_{л.н}}$
 k_I

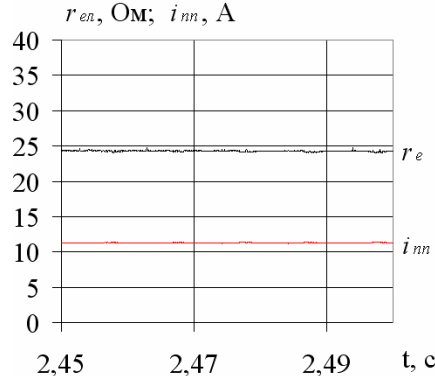
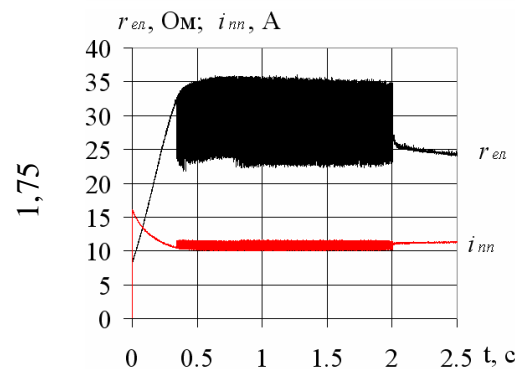
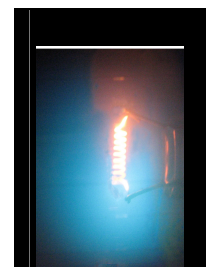
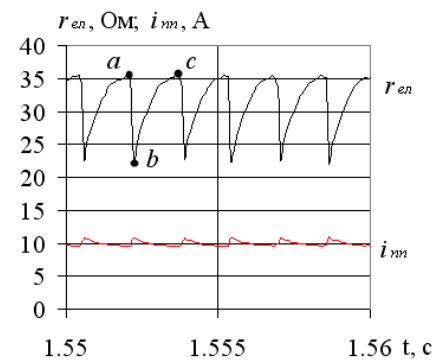
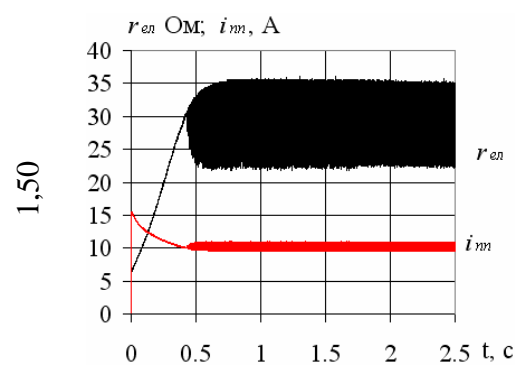
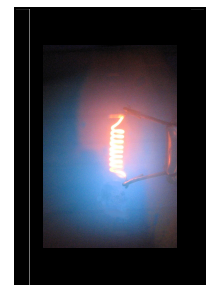
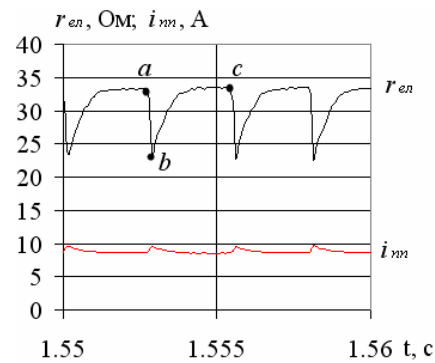
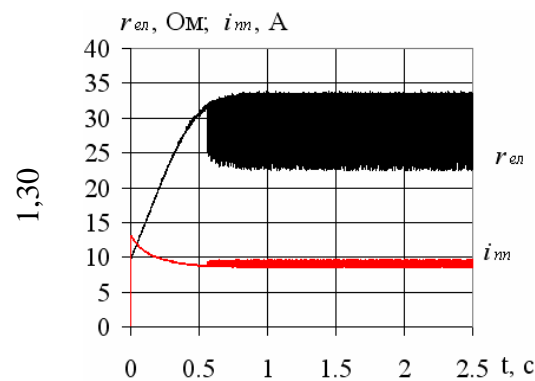
Деталізація ходу перехідних процесів зміни струму і опору електродів при вмиканні розрядної лампи.

Масштаб r_{el} 1:1; $i_{пп}$ 20:1

Фото електроду та приелектродного простору



* деталізація ходу перехідних процесів в діапазоні $(I_{пп}/I_{л.н}) = 0,9 - 1,25$ не наведена по причині відсутності навколоелектродного розряду)



Стационарний дуговий розряд може виникнути і одразу без релаксаційних коливань, якщо в момент виникнення дугового розряду встигне утворитися катодна пляма і електрони будуть здатні набувати в електричному полі стільки енергії, щоб її вистачало для утворення необхідної, для підтримання дугового розряду, кількості позитивних іонів. Саме іони, безперервно бомбардуючи поверхню катоду, здатні підтримувати температуру в зоні КП на позначці, при якій термоелектронна емісія буде достатньою для підтримання стаціонарного дугового розряду.

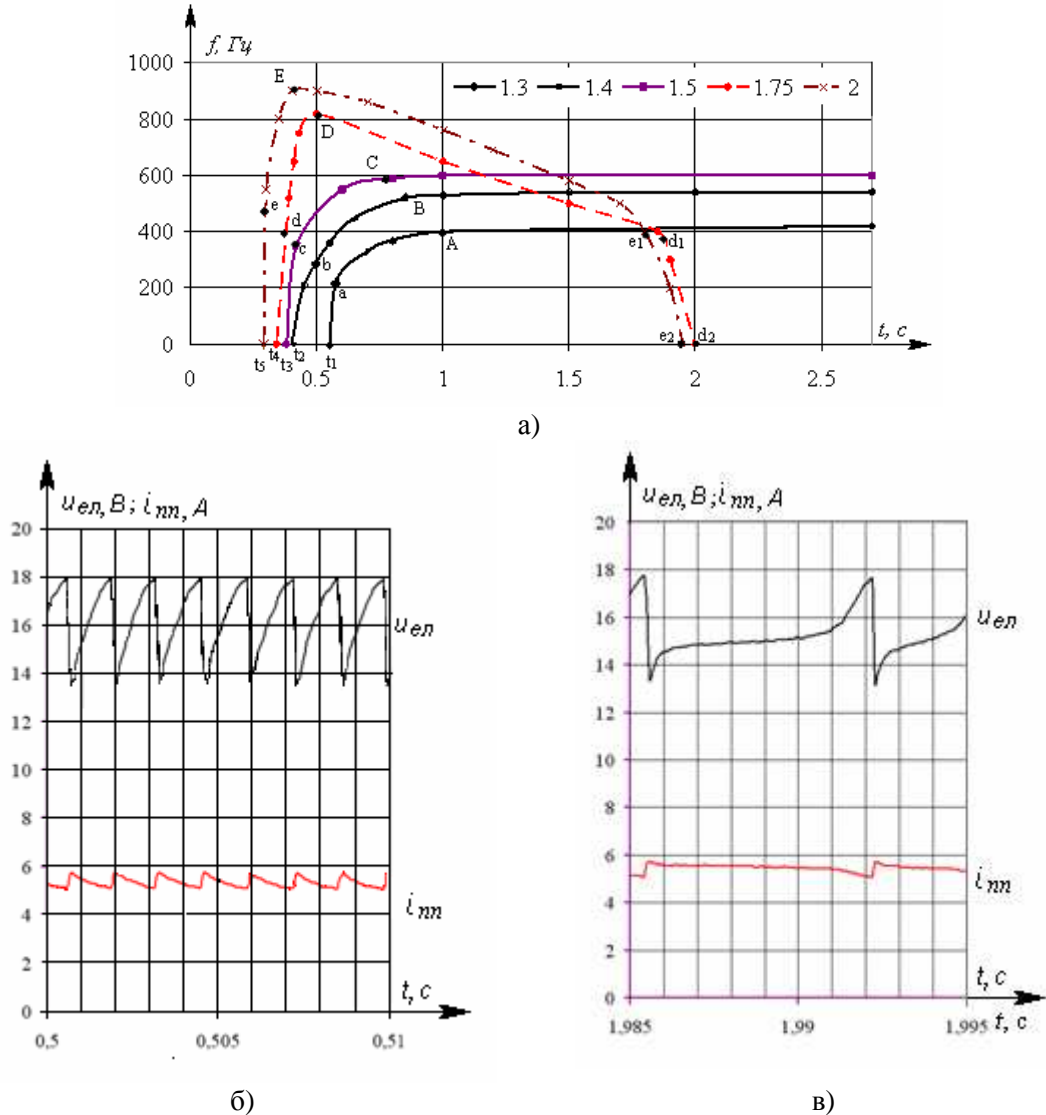


Рис. 1. Графіки і осцилограми:

а) залежності частоти, моменту виникнення і моменту переходу навколоелектродних релаксаційних коливань провідності нестационарного дугового розряду в стаціонарний, починаючи з моменту подачі напруги попереднього підігрівання на електроди розрядної лампи ДБ-15 для різних значень кратностей струму попереднього підігрівання ($k_1=1,3; 1,4; 1,5; 1,75; 2,0$); б) осцилограми струму і напруги в т. D рис. 1,а; в) осцилограми струму і напруги в т. d₁ рис. 1,а

Виникнення навколоелектродного дугового розряду, умовно представленого на рис. 2 у вигляді опору r_{np} , підключеного до затискачів оксидного катоду в точках **К** і **А**, приводить до зростання струму попереднього підігрівання i_{nn} та зменшення

напруги на його затискачах $u_{\text{ел}}$ за рахунок падіння сумарного опору r_{Σ} , паралельно ввімкнених $r_{\text{ел}}$ та $r_{\text{пр}}$

$$r_{\Sigma} = r_{\text{ел}} \cdot r_{\text{пр}} / (r_{\text{ел}} + r_{\text{пр}}), \quad (2)$$

де $r_{\text{ел}}$ – максимальні миттєві значення опору оксидного катоду, які мають місце в т. *a*, *c* і т.д. на осцилограмах релаксаційних коливань сумарного опору паралельно ввімкнених оксидного катоду та навколоелектродного розряду (див. табл. 1). Визначаються як частка від ділення максимальної напруги на затискачах оксидного катоду до мінімального струму через нього $r_{\text{ел}} = u_{\text{ел.max}} / i_{\text{пп.min}}$ (див. рис. 1,б і 1,с), Ом;

r_{Σ} – миттєві значення сумарного опору паралельно ввімкнених максимального опору оксидного катоду $r_{\text{ел}}$ та навколоелектродного розряду $r_{\text{пр}}$ (в т. *a*, *c* і т.д. $r_{\Sigma} = r_{\text{ел}}$ і має максимальне значення). Визначається як частка від ділення миттєвих значень напруги на затискачах оксидного катоду $u_{\text{ел}}$ на миттєві значення струму попереднього підігрівання $i_{\text{пп}}$, за виключенням максимальних значень, ($r_{\Sigma} = u_{\text{ел}} / i_{\text{пп}}$) (див. рис. 2), Ом;

$r_{\text{пр}}$ – опір навколоелектродного розряду, $r_{\text{пр}} = r_{\text{ел}} \cdot r_{\Sigma} / (r_{\text{ел}} - r_{\Sigma})$, Ом.

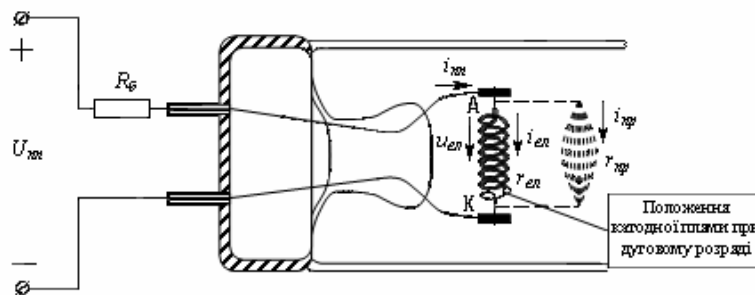


Рис. 2. Схематичне зображення електричного кола з навколоелектродним розрядом для розрахунку основних електричних параметрів

Визначення миттєвих і діючих значень струму навколоелектродного розряду $i_{\text{пр}}$ і струму $i_{\text{ел}}$, який протікає безпосередньо через оксидний катод, проводилося за осцилограмами $u_{\text{ел}} = f(t)$ та $i_{\text{пп}} = f(t)$ (див. рис. 3), побудованими за експериментальними дискретними даними, отриманими за допомогою ВІК. На першому кроці визначався сумарний опір $r_{\Sigma} = u_{\text{ел}} / i_{\text{пп}}$. На другому – опір навколоелектродного розряду $r_{\text{пр}} = r_{\text{ел}} \cdot r_{\Sigma} / (r_{\text{ел}} - r_{\Sigma})$. На третьому – струм навколоелектродного розряду $i_{\text{пр}} = u_{\text{ел}} / r_{\text{пр}}$. На четвертому – струм, який протікає безпосередньо через оксидний катод $i_{\text{ел}} = i_{\text{пп}} - i_{\text{пр}}$. За отриманими даними здійснювалася побудова осцилограм $i_{\text{пр}} = f(t)$, які для двох значень кратності струму попереднього підігрівання $k_1 = 1,30$ і $k_1 = 1,75$, наведені на рис. 3.

Зростання концентрації електронів, при збільшенні кратності струму попереднього підігрівання, приводить до більш інтенсивного зростання провідності хмари об'ємного приелектродного заряду до критичних значень, при яких виникає дуговий навколоелектродний просторовий розряд з більшою, ніж для попередніх менших значень k_1 , частотою релаксаційних коливань. Останнє можна пояснити скороченням, на більших частотах, часу з відновлення критичних значень провідності хмари об'ємного навколо електродного заряду після кожного чергового погасання

дугового розряду. Те, що дуговий розряд при $1,25 \leq k_i \leq 1,55$ дійсно гасне, а при $k_i > 1,55$ – ні, добре видно з рис. 1,б, рис.3,а, відповідно. На рис. 3,а струм і світловий потік нестаціонарного дугового розряду i_{np} мають яскраво виражені паузи тривалістю в півперіод, а на рис. 3,б пауза в струмі як така відсутня. Миттєві значення світлового потоку, на відміну від миттєвих значень струму, не спадають до нуля. Це пояснюється тим, що після погасання навколоелектродного розряду, розжарений до високої температури оксидний катод продовжує випромінювати в інфрачервоній області спектру. Це так звана стала складова сумарного випромінювання катоду: дугового навколоелектродного розряду і теплового від розжареного оксидного катоду.

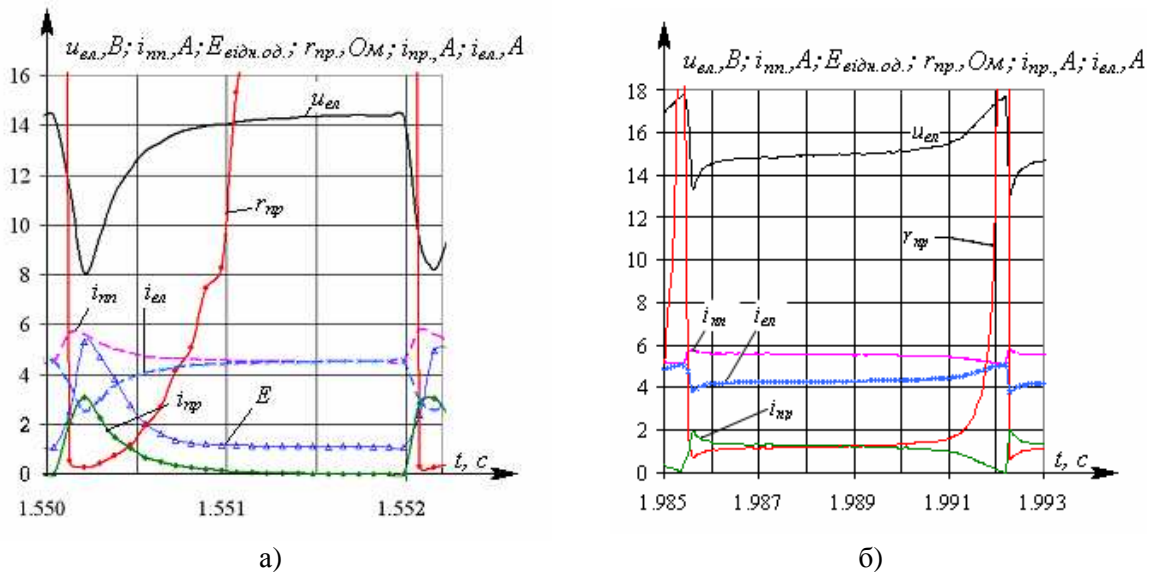


Рис. 3. Осцилограми напруги (u_{el}), струму (i_{nn}) і освітленості на поверхні фотоелементу вимірювального перетворювача (E) – експериментальні значення; опору (r_{np}), струму (i_{np}) навколоелектродного нестаціонарного дугового розряду та струму, який протікає безпосередньо через оксидний катод (i_{el}) – розрахункові значення, в схемі рис. 2 при: а) $k_i = 1,30$; б) $k_i = 1,75$. Масштаби: u_{el} - 1:1; i_{nn} - 10:1; E - 1:1; r_{np} - 1:100; i_{np} - 10:1; i_{el} - 10:1

Більша частота релаксаційних коливань приводить до зростання сумарної тривалості горіння нестаціонарного дугового розряду і формування на від'ємному кінці оксидного катоду катодної плями, з якої емітується додаткова кількість електронів, здатних до ступінчатої і прямої іонізації атомів ртуті і аргону. Амплітуда, частота і паузи в струмі під час релаксаційних коливань стрімко зменшується аж до виникнення стаціонарного дугового навколоелектродного розряду. Це добре видно з рис.1,в і рис. 3,б при $k_i > 1,55$, на яких паузи в струмі практично відсутні і розряд готовий до переходу в стаціонарний дуговий розряд. Виникаючий стаціонарний дуговий розряд частково шунтує оксидний катод і приводить до зменшення струму, який протікає безпосередньо через нього. В результаті відбувається падіння температури на тій ділянці оксидного катоду, яка знаходиться між розігрітими до високих температур катодною і анодною плямами, через які проходить сумарний струм. Це добре видно з табл. 1, при порівнянні фотографій катоду при $k_i = 1,50$ та $k_i = 1,75$.

Високі температури катодної і анодної плям обумовлюють інтенсивне випаровування оксиду і скорочення СТС ЛЛ. Тому тривала експлуатація ЛЛ в пусковому режимі з навколоелектродним розрядом неприпустима.

Якщо падіння напруги на оксидному катоді (добуток струму попереднього підігрівання на опір електроду) під час попереднього підігрівання навіть максимально допустимим струмом ($k_1 = 2,0$) буде менше потенціалу іонізації ртуті $U_{i.Hg} < 10,39$ еВ, що характерно для ламп високої інтенсивності $P_{ЛЛ} \geq 100$ Вт, у яких холодний опір електроду R_x менше 1 Ом і $U_{III} = (2 \times I_{ЛЛ} \times R_f) \leq 5$ В, навколоелектродний розряд не виникає. ([8] с. 159. у ЛЛ 125 Вт і 150 Вт $U_{III} = 3,5$ В, у ЛЛ 200 Вт – 5 В, [9] с.243 $P_{ЛЛ} = 125$ Вт, $U_{ЛЛ} = 149$ В, $I_{ЛЛ} = 0,94$ А; $P_{ЛЛ} = 140$ Вт, $U_{ЛЛ} = 114$ В, $I_{ЛЛ} = 1,46$ А). Але це аж ніяк не означає, що при великих значеннях кратності струму не відбувається інтенсивне (розпилення) випаровування оксиду. Навпаки, при великих струмах відбувається катодне розпилення, яке супроводжується утворенням на стінках трубок, в районі розташування катодів, темних (сірих або чорних) розпливчастих (дифузійних) плям від осідаючих в цих місцях лужноземельних металів, що приводить до погіршення зовнішнього вигляду, скорочення світлового потоку і СТС ЛЛ.

Тому кратність струму і тривалість попереднього підігрівання і для ламп високої інтенсивності не повинні перевищувати значень визначених в роботі: $1,2 \leq k_1 \leq 1,80$, t_{III} - значень визначених виразом (2) [6].

Висновки

1. При кратності струму попереднього підігрівання $k_1 \geq 1,5$ зміна опору електродів з часом має коливальний характер, що обумовлено виникненням навколоелектродного нестационарного розряду. При цьому відбувається інтенсивне випаровування оксидного шару, яке супроводжується утворенням на стінках трубок, в районі розташування катодів, темних (сірих або чорних) розпливчастих (дифузійних) плям від осідаючих в цих місцях лужноземельних металів, що приводить до погіршення зовнішнього вигляду, скорочення середньої тривалості світіння і зменшення світлового потоку люмінесцентних ламп.

2. Проміжок часу від подачі на електроди ЛЛ напруги попереднього підігрівання до виникнення навколоелектродного розряду залежить від опору електродів, ефективності емісії оксидних катодів і кратності струму попереднього підігрівання k_1 . Для більшості випадків навколоелектродний розряд виникає при кратностях струму попереднього підігрівання, які знаходяться в межах $1,25 \leq k_1 \leq 1,50$.

3. Якщо падіння напруги на оксидному катоді (добуток струму попереднього підігрівання на опір електроду) під час попереднього підігрівання, навіть максимально допустимим струмом ($k_1 = 2,0$), буде менше потенціалу іонізації ртуті $U_{i.Hg} < 10,39$ еВ, навколоелектродний розряд не виникне.

Перспективою подальших досліджень є визначення впливу параметрів запалюючих імпульсів (амплітуди, тривалості і форми) на середню тривалість горіння люмінесцентних ламп.

Література

1. Фугенфиров М.И. Электрические схемы с газоразрядными лампами. М.: Энергия. – 1974. – 368с.
2. Литвинов В.С., Решенов С.П., Лебедева В.И., Рошин Е.В. К вопросу о механизме пусковых процессов на электродах люминесцентных ламп // Светотехника. – 1968. – № 6. – С. 1–6.
3. Уэймаус Д. Газоразрядные лампы. / Пер. с англ. Под ред. Рошлина Г.Н. и Фугенфирова М.И. – М.: Энергия. – 1977. – 344 с.
4. Волохов А.А. О возможности повышения стабильности соотношения параметров элементов ЛЛ – ПРА // Труды ВНИИИС. – 1983. – вып. 15. – С. 20 – 28.
5. Тарасенко М.Г., Коваль В.П. Віртуальний вимірювальний комплекс для дослідження перехідних процесів в електричних колах довільної конфігурації // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2006. – Том 8. - № 1. – С. 84 – 91.

6. Тарасенко М.Г., Коваль В.П. Вплив параметрів попереднього підігрівання електродів на експлуатаційні характеристики люмінесцентних ламп. Вісник тернопільського державного технічного університету. – 2008. Том 13. – № 3. – С. 176–183.

7. Шимони К. Физическая электроника. / Пер с нем. Под. Ред. Раховского В.И. – М.: Энергия. – 1977. – 608 с.

8. Федоров В.В. Производство люминесцентных ламп. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат. – 1981. – 232 с.

9. Cataloge for original equipment manufactures lamps & gear/Controls 2001/2002 Philips. – 489 p.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПОДОГРЕВА ЭЛЕКТРОДОВ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

М.Г. Тарасенко, В.П. Коваль

В статье рассмотрено приэлектродные процессы в люминесцентных лампах в режиме предварительного подогрева. Определены условия возникновения и существования нестационарного и стационарного околоэлектродного разряда. Определен характер изменения частоты релаксационных колебаний проводимости нестационарного околоэлектродного разряда в зависимости от величины тока предварительного подогрева. Определен диапазон значений токов предварительного подогрева, при которых испарение и распыление оксидного шара с электродов минимально.

FEATURES OF TRANSIENTS PROCESSES OF PRELIMINARY WARMING UP OF LUMINESCENT LAMPS ELECTRODES

M.G. Tarasenko, V.P. Koval

In article it is considered near-electrode processes in luminescent lamps in a mode of preliminary warming up. It is established conditions of occurrence and existence non-stationary and stationary near-electrode the discharge. It is defined character of change of frequency fluctuations of conductivity non-stationary near-electrode the discharge depending on size of a current of preliminary warming up. It is defined a range of values of a current of preliminary warming up, at which evaporation and dispersion oxide-coated layer from electrodes minimum.